
5 **Verfahren und Anordnung zum energiesparenden Betrieb von Spülmaschinen**

Gebiet der Erfindung

10 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Anordnung, mittels deren der Betrieb von Spülmaschinen energiesparender gestaltet werden kann. Insbesondere soll die Erfindung einen energiesparenden Betrieb von Mehrtankgeschirrspülmaschinen mit Spülzonen, Klarspülzone und Trocknungszone ermöglichen.

Stand der Technik

15 Bekannte Maschinen, wie beispielsweise die in der DE 44 36 359 C2 beschriebene Geschirrspül- und Trockenanlage, haben typischerweise für die einzelnen Verbraucher, also für die einzelnen Zonen, Heizungen installiert. Diese Heizungen sind ausreichend, um den jeweils ungünstigsten Energiebedarf zu decken. Ungünstigster Energiebedarf ist dabei diejenige Energiemenge, welche bei der Nennleistung der Maschine benötigt wird.

20 Die Heizleistungen der einzelnen Zonen sind, je nach eingesetztem Verfahren, unterschiedlich. Die installierten Heizleistungen werden jeweils abhängig vom aktuellen Energiebedarf ein- und ausgeschaltet. Die Addition der Heizleistungen, die bei der Nennleistung benötigt werden, ergibt den jeweils maximalen Anschlusswert.

25 In Figur 1 ist exemplarisch eine dem Stand der Technik entsprechende Mehrtankgeschirrspülmaschine 110 dargestellt. Bei diesen Geschirrspülmaschinen wird Spülgut 9 im Einlauf 1 auf eine Transporteinrichtung 11 aufgegeben und dann in Richtung 10 durch die Zonenvorreinigung 2, Hauptreinigung 3, Pumpenklarspülung 4, Frischerwasserklarspülung 5, Wärmerückgewinnung 6, Trockenzonen 7 und den Auslauf 8 transportiert.

30 In den Zonen 2, 3, 4 wird nach dem Einschalten der Maschine 110 die jeweilige Reinigungslösung in den Tanks 13, 17, 21 bereitgestellt und mit Heizungen 14, 18, 22 auf Betriebs-

35

temperatur gebracht. Die Maschine ist betriebsbereit, nachdem in den Tanks 13, 17, 21 jeweils voreingestellte Sollwerttemperaturen erreicht sind.

Der Transport kann dann eingeschaltet werden, wobei Spülgut 9 auf die Transporteinrichtung 11 gesetzt wird und anschließend durch die Zonen 1 bis 8 transportiert wird. Dabei wird das Spülgut 9 über Pumpen 15, 19, 23 und über die Spülsysteme 16, 20, 24 mit entsprechenden Reinigungslösungen beaufschlagt und gereinigt.

Das Spülgut 9 wird in der Frischwasserklarspülung 5 über ein Spritzsystem 28 mit Frischwasser beaufschlagt, welches zuvor über einen Wärmetauscher 29 und ein Heizelement 26 erwärmt wurde. Dabei werden Reste der Reinigungslösungen abgewaschen. Im Wärmetauscher 29 wird Frischwasser über warme Abluft 31 der Spülmaschine 110 vorgewärmt. Das Frischwasser wird anschließend in einem Heizelement 26 weiter erwärmt, um anschließend dem Spritzsystem 28 zugeführt zu werden.

Das Spülgut 9 wird nach Klarspülung in Zone 5 anschließend in der Trockenzone 7 über ein Gebläse 32 und eine Heizung 33 mit heißer Luft 34 beaufschlagt und dadurch getrocknet. Das gereinigte, klargespülte und getrocknete Spülgut 9 kann anschließend im Auslauf 8 der Spülmaschine 110 entnommen werden.

In Tabelle 1 sind beispielhaft typische Leistungen von Verbrauchern der dargestellten Maschine 110 aufgelistet. Dabei sind zur Vereinfachung nur Leistungen der Heizelemente 14, 18, 22, 26 und 33 aufgeführt. Nicht berücksichtigt sind in diesem vereinfachten Beispiel die benötigten Leistungen der Pumpen 15, 19 und 23, mit welchen die Spritzsysteme 16, 20 und 24 beaufschlagt werden, sowie die benötigte Antriebsleistung für den Antrieb der Transporteinrichtung 11, das Abluftgebläse 30, das Gebläse der Trockenzone 32 sowie weiterer, nicht dargestellter Verbraucher. Der Anschlusswert für die Heizelemente in diesem dem Stand der Technik entsprechenden Beispiel ergibt eine Gesamtleistung von 47 kW.

In der Phase des Aufheizens der Tanks 13, 17 und 21 sind typischerweise lediglich die Heizungen 14, 18 und 22 eingeschaltet. Dies ergibt in der Aufheizphase (Startphase) eine Leistung von $12 + 9 + 3 = 24$ kW. Die Heizelemente 26 und 33 sind dabei typischerweise nicht eingeschaltet. Mit diesen 24 kW ergibt sich eine typische Aufheizzeit für die Tanks 13, 17 und 21 und somit eine bestimmte vorgegebene Zeit bis zur Erreichung der Betriebsbereitschaft der Spülmaschine 110.

Während der Betriebsphase werden dann die Heizungen 26 und 33 mit einer zusätzlichen Heizleistung von 18 bzw. 9 kW zusätzlich eingeschaltet für die Erwärmung des Frischwassers und der Trocknungsluft. In dieser Betriebsphase werden dann alle Heizelemente 14, 18, 22, 26 und 33 ein- bzw. ausgeschaltet, abhängig davon ob die jeweiligen vorgegebenen Solltemperaturen in diesen Zonen erreicht sind oder nicht. Bei einem Unterschreiten von vorgegebenen Solltemperaturen stehen jeweils nur die installierten Leistungen zum Nachheizen zur Verfügung. Typischerweise werden die Heizleistungen der Heizelemente 14, 18, 22, 26 und 33 zu unterschiedlichen Zeitpunkten ein- und ausgeschaltet.

Spülmaschinen der beschriebenen Art weisen zahlreiche Nachteile auf, welche meist daraus resultieren, dass der Betrieb derartiger Spülmaschinen energetisch sehr unwirtschaftlich ist. Diese Nachteile hängen insbesondere damit zusammen, dass die zugeführte elektrische Leistung einen vorgegebenen Maximalwert nicht überschreiten darf. Dieser Maximalwert bestimmt insbesondere die Auslegung der elektrischen Zuleitungen und der Elektronik. Die einzelnen Verbraucher der Spülmaschine werden in der Regel unabhängig voneinander dem jeweiligen Bedarf angepasst, so dass im ungünstigsten Fall alle Verbraucher auf höchster Leistung betrieben werden. Typischerweise werden Verbraucher dabei so betrieben, dass diese entweder ausgeschaltet oder eingeschaltet auf einem vorgegebenen Leistungsniveau betrieben werden. Der Maximalwert der gesamten zugeführten Leistung muss also diesem „worst case“ angepasst sein, in welchem alle Verbraucher auf höchstem Leistungsniveau betrieben werden.

Weiterhin erweisen sich Spülmaschinen der beschriebenen Art häufig als sehr langsam und schwerfällig, insbesondere in der Startphase bis zum Erreichen der Betriebsbereitschaft. Dies hängt insbesondere damit zusammen, dass kritische Heizelemente, welche beispielsweise ein Erreichen einer Betriebstemperatur in den Tanks 13, 17 und 21 steuern sollen, nur mit einer jeweils vorgegebenen Maximalleistung betrieben werden können, welche sich aus dem oben genannten „worst case“ Szenario ergeben.

Aufgabe der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren und eine Anordnung anzugeben, mittels derer der Betrieb von Spülmaschinen energiesparender und flexibler gestaltet werden kann.

Beschreibung der Erfindung

Diese Aufgabe wird durch die Erfindung mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst. Vorteilweise Weiterbildungen sind in den abhängigen Ansprüchen dargestellt.

Es wird ein Verfahren zum energiesparenden Betrieb einer Spülmaschine, insbesondere zum Spülen von Geschirr oder medizinischen Geräten vorgeschlagen, sowie jeweils eine Vorrichtung zum Durchführen des Verfahrens in einer der dargestellten Ausgestaltungen. Bei der Spülmaschine kann es sich insbesondere um eine Mehrtankspülmaschine handeln. Die im Folgenden aufgeführten Verfahrensschritte müssen nicht notwendigerweise in der dargestellten Reihenfolge durchgeführt werden. Auch weitere, nicht aufgeführte Verfahrensschritte können durchgeführt werden. Für die Nummerierung der Verfahrensschritte wird auf Figur 2 Bezug genommen.

Die Spülmaschine soll eine Gesamtanzahl $N \geq 2$ von elektrischen Verbraucherelementen aufweisen. Bei diesen Verbraucherelementen kann es sich beispielsweise, wie oben bereits beschrieben, um Heizelemente, um Pumpenelemente, um Gebläse oder um Antriebselemente handeln. Auch weitere Verbraucherelemente können eingeschlossen sein, beispielsweise Energieversorgungen von Steuergeräten oder Computern.

Dabei wird einer Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen wird eine maximale elektrische Gesamtleistung p_{\max} zugewiesen (Schritt 210 in Figur 2), wobei n eine natürliche Zahl ist mit $n > 1$. Weiterhin soll n kleiner oder gleich der Gesamtanzahl N der elektrischen Verbraucherelemente der Spülmaschine sein: $n \leq N$. Es können also alle oder auch nur einige der Verbraucherelemente der Spülmaschine in das Verfahren einbezogen sein.

Weiterhin wird jedem elektrischen Verbraucherelement i der Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen eine endliche Anzahl m_i diskreter elektrischer Leistungslevel p_{ij} zugewiesen (Schritt 220 in Figur 2). Dabei soll m_i mindestens den Wert 2 annehmen. Der erste Index i der diskreten elektrischen Leistungslevels p_{ij} ist eine natürliche Zahl, welche die elektrischen Verbraucherelemente durchnummeriert und wobei gilt $i \in \{1, \dots, n\}$. Mit dem zweiten Index, j , werden für einen bestimmten Verbraucher i die einzelnen Leistungslevel durchnummeriert. Dabei ist j ebenfalls eine natürliche Zahl, welche größer ist als Null und maximal der Wert m_i annehmen kann: $0 < j \leq m_i$.

Für jedes Verbraucherelement i wird ein maximaler Leistungslevel $p_{i\max}$ zugewiesen, so dass p_{ij} für alle i, j maximal den Wert $p_{i\max}$ annehmen kann. Die Summe aller maximalen Leistungslevel $p_{i\max}$ bildet eine sogenannte „ungünstigste Gesamtleistung“ p_{worst} . Dabei soll die maximale elektrische Gesamtleistung p_{\max} kleiner sein als die ungünstigste Gesamtleistung

tung p_{worst} . Im Gegensatz zum Stand der Technik, bei welchem typischerweise p_{worst} direkt unter den einzelnen Verbraucherelementen aufgeteilt wird, stellt diese Bedingung sicher, dass der gesamte Leistungsbedarf der Spülmaschine erniedrigt wird.

- 5 Weiterhin wird jedem Verbraucherelement i ein sogenannter „regulärer Leistungslevel“ p_{ireg} zugewiesen, welcher zwischen Null und dem jeweiligen maximalen Leistungslevel p_{imax} liegt. Diese regulären Leistungslevel werden gerade so gewählt, dass die Summe der regulären Leistungslevel p_{ireg} über alle Verbraucherelemente i gerade gleich der maximalen elektrischen Gesamtleistung p_{max} ist. Die maximale elektrische Gesamtleistung wird also
10 auf die einzelnen Verbraucherelemente i „aufgeteilt“.

- Weiterhin wird ein sogenannter „Bedarfsermittlungsschritt“ durchgeführt (Schritt 230 in Figur 2). Dabei wird, abhängig von einem Betriebszustand B der Spülmaschine, eine optimale Kombination von Leistungslevels $p_{ij}(B)$ gewählt, wobei für jedes Verbraucherelement i das gewählte Leistungslevel $p_{ij}(B)$ dem Leistungsbedarf des Verbrauchers i im Betriebszustand B angepasst ist.
15

- Ein Betriebszustand wird dabei beispielsweise charakterisiert durch eine Betriebsphase, in der sich der Betrieb der Spülmaschine gerade befindet (z. B. Startphase, Einschaltphase, Lastregelungsphase) oder, beispielsweise zusätzlich, durch entsprechende Betriebsparameter oder Betriebszustandsvariablen, beispielsweise durch Messwerte bestimmter Sensoren in der Spülmaschine (z. B. Temperatursensoren, Durchflusssensoren, Drucksensoren). So kann beispielsweise jeder Betriebszustand B charakterisiert sein durch eine Betriebsphasenvariable F und/oder eine Mehrzahl von Betriebszustandsvariablen, wobei die Betriebsphasenvariable F mindestens drei diskrete Werte F_1 , F_2 , F_3 annehmen kann. Dabei bezeichnet F_1 eine Startphase des Betriebes der Spülmaschine, F_2 eine Einschaltphase des Betriebes der Spülmaschine bezeichnet und F_3 eine Lastregelungsphase des Betriebes der Spülmaschine.
20

- 30 Beim Bedarfsermittlungsschritt kann beispielsweise in einer Startphase bestimmten Heizelementen stärke Leistung zugeführt werden als in einer späteren Betriebsphase. Außerdem werden die Leistungslevel $p_{ij}(B)$ so gewählt, dass die Summe aller Leistungslevel $p_{ij}(B)$ maximal den Wert p_{max} einnimmt. Das Verfahren wird dabei im Idealfall so durchgeführt, dass diese Summe gerade wieder den Wert p_{max} erreicht oder nur wenig unterschreitet, so dass die gesamte zur Verfügung stehende Leistung optimal genutzt wird. Somit ist sichergestellt, dass, wie im Stand der Technik auch, jedes Heizelement bei Bedarf mit seiner maximal zulässigen Leistung betrieben wird.
35

Im Gegensatz zum Stand der Technik werden dabei jedoch andere, zur Zeit weniger benötigte Verbraucherelemente, mit einer entsprechend geringeren Leistung beaufschlagt. Die Leistung wird also, gesteuert durch den jeweiligen Bedarf, entsprechend auf die diskreten
5 Leistungslevel p_{ij} der einzelnen Verbraucherelemente verteilt, wobei jeweils die Gesamtsumme der Leistungen möglichst hoch ist und wobei die augenblicklich am stärksten benötigten Verbraucher mit der größtmöglichen Leistung beaufschlagt werden. Dabei können auch Prioritäten voreingestellt werden, also beispielsweise dass bestimmten Heizelementen in der Spülmaschine, insbesondere bestimmten, Wasser in einem oder mehreren Wasser-
10 tanks und/oder Wasserkreisläufen aufheizenden Heizelementen, zunächst eine größtmögliche Leistung zugeteilt werden soll, bevor andere, niedriger priorisierte Elemente beaufschlagt werden.

In der Praxis kann die Umsetzung der bedarfsabhängigen Zuteilung elektrischer Leistungen beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein Computer zur Steuerung eingesetzt wird. So
15 können beispielsweise bestimmte Szenarien (Betriebszustände, Wertebereiche von Betriebszustandsvariablen) in einem elektronischen Speicher hinterlegt sein, beispielsweise in einer elektronischen Tabelle oder Lookup-Table. Jedem möglichen Szenario bzw. Betriebszustand B kann dann durch einfaches Auslesen der elektronischen Tabelle ein optimaler Satz von Leistungslevels zugeordnet werden, so dass die Summe dieser zugeordneten
20 Leistungslevels die maximal zulässige Gesamtleistung p_{\max} möglichst erreicht bzw. diese nur möglichst wenig unterschreitet.

Die festen Leistungslevels lassen sich in der Praxis beispielsweise dadurch erzielen, dass in
25 einzelnen elektrischen Versorgungen der einzelnen Verbraucherelemente bereits feste Leistungslevels vorgesehen sind, zwischen welchen lediglich umgeschaltet werden muss. So lassen sich beispielsweise bestimmte Spannungsteiler einsetzen mit fest vorgegebenen Teilerstufen. Aufwändige und teure analoge Regler können dann entfallen. Alternativ und/oder zusätzlich kann auch eine softwaretechnische Lösung eingesetzt werden oder
30 auch analoge Leistungsregler.

In der Praxis hat es sich insbesondere als vorteilhaft erwiesen, wenn auch die Leistung Null eingesetzt werden kann, also wenn für jedes Verbraucherelement ein Leistungslevel existiert, bei dem das Verbraucherelement mit keiner elektrischen Leistung beaufschlagt
35 wird. Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn für jedes Verbraucherelement genau drei Leistungslevel vorgesehen sind, insbesondere Null, p_{ireg} und p_{imax} . Diese einfache Ausgestal-

tung ist schaltungstechnisch besonders einfach zu realisieren und weist bereits alle Vorteile der Erfindung auf.

Nachdem so für den jeweiligen Betriebszustand die optimale Kombination an Leistungslevels ermittelt worden ist, wird jeder Verbraucher i mit der jeweils für ihn ermittelten Leistung beaufschlagt (Schritt 240 in Figur 2). Dabei ist zu beachten, dass die Zuteilung der Leistung in der Praxis mit hoher Wahrscheinlichkeit nie vollständig exakt dem jeweiligen Sollwert entspricht, sondern dass, bedingt beispielsweise durch technische Toleranzen (z. B. Toleranzen elektronischer Bauteile), leichte Abweichungen auftreten können. Vorteilhafter Weise betragen jedoch die Abweichungen der Leistungslevel, mit denen die Verbraucher tatsächlich beaufschlagt werden, vom jeweiligen Sollwert nicht mehr als 10%, vorzugsweise sogar nicht mehr als 5%.

Das beschriebene Verfahren, bei dem die zugeführte elektrische Maximalleistung nicht durch die Summe der maximalen Einzelleistungen, sondern durch die Summe der „normalen“ Leistungen bestimmt ist, bietet gegenüber herkömmlichen Verfahren eine Reihe von Vorteilen. Insbesondere lässt sich durch das beschriebene Verfahren typischerweise Leistung von typischerweise 20-30% einsparen, was sich gerade in Großbetrieben wirtschaftlich stark bemerkbar macht.

Weiterhin beeinflusst das beschriebene Verfahren auch die Funktionalität der Spülmaschine teilweise erheblich. So kann nach dem beschriebenen Verfahren insbesondere die Startphase oder Aufheizphase, also die Phase nach Inbetriebnahme der Spülmaschine bis zur tatsächlichen Einsatzbereitschaft, erheblich verkürzt werden. Dies bewirkt nicht nur eine erhöhte Benutzerfreundlichkeit, sondern verringert wiederum auch den gesamten Energiebedarf, da die Startphase trotz Bedarfs an elektrischer Energie wirtschaftlich nicht sinnvoll genutzt werden kann.

Das oben beschriebene Verfahren lässt sich durch eine Reihe vorteilhafter Ausgestaltungen erweitern, wobei stets die oben beschriebenen Relationen zwischen den einzelnen Kenngrößen, insbesondere zwischen den verschiedenen Leistungen der einzelnen Verbraucherelemente beachtet werden sollen. Dies bedeutet insbesondere, dass die Gesamtsumme der zugewiesenen Leistungen der einzelnen Verbraucher nicht die zulässige Gesamtleistung p_{\max} überschreiten soll.

So wird in einer vorteilhaften Ausgestaltung der Erfindung die Spülmaschine zunächst gestartet, wodurch eine Startphase markiert wird. Anschließend wird mindestens eine

Temperatur mindestens einer Spülflüssigkeit, insbesondere eine Temperatur von Wasser in mindestens einem Wassertank und/oder Wasserkreislauf, erfasst. Dies kann insbesondere mittels eines oder mehrerer Temperatursensoren erfolgen.

- 5 Die mindestens eine Spülflüssigkeit wird dann mittels mindestens eines Heizelementes aufgeheizt, wobei das jeweilige aufheizendes Heizelement (welches das Verbraucherelement l mit $l \in \{1, \dots, n\}$ darstellt) mit dem diesem Heizelement zugeordneten maximalen Leistungslevel p_{lmax} betrieben wird. Den für die Startphase benötigten Aufheizelementen wird also anfänglich die größtmögliche elektrische Leistung zugeführt. Damit die Gesamtsumme der einzelnen Leistungen der Verbraucherelemente jedoch nicht die maximale zulässige Gesamtleistung p_{max} überschreitet, muss entsprechend die Leistung mindestens eines weiteren, in der Startphase weniger stark benötigten Verbraucherelements, gesenkt werden. Es wird also mindestens ein von dem Heizelement l verschiedenes Verbraucherelement q mit $q \in \{1, \dots, n\}$ und $q \neq l$ mit einer niedrigeren Leistung als dem diesem Verbraucherelement q zugeordneten regulären Leistungslevel p_{qreg} betrieben. Dabei kann es sich beispielsweise um das Leistungslevel $p_{qreg} = 0$ handeln, also ein vollständiges Abschalten des weniger benötigten Verbraucherelements.
- 10
- 15

- Sobald die mindestens eine Temperatur der mindestens einen Spülflüssigkeit einen vorgegebenen Sollwert erreicht oder überschritten hat, wird dann eine Einschaltphase gestartet. In dieser Einschaltphase wird dann zunächst die Leistung aller Verbraucherelemente i auf die jeweils zugeordneten regulären Leistungslevel p_{ireg} gesetzt.
- 20

- Infolge beispielsweise von verschiedenen Störungen oder Umwelteinflüssen kann es jedoch im Betrieb der Spülmaschine zu Störungen kommen, bei denen beispielsweise bestimmte Temperaturen in verschiedenen Bereichen einen vorgegebenen Sollwert unterschreiten. In einer vorteilhaften Weiterbildung wird daher mindestens eine Betriebszustandsvariable erfasst, wobei es sich, wie oben bereits erwähnt, beispielsweise um die Messwerte verschiedener Sensoren handeln kann.
- 25

- Mindestens einer Betriebszustandsvariablen wird ein Sollwert zugeordnet. Dabei kann es sich beispielsweise um voreingestellte Sollwerte, beispielsweise in einem Datenspeicher oder in einer elektronischen Tabelle gespeicherte Sollwerte handeln, oder auch um von einem Benutzer beeinflussbare Sollwerte. So kann beispielsweise ein Benutzer während des Betriebes der Maschine bestimmte Sollvorgaben ändern, beispielsweise die Temperatur in bestimmten Bereichen der Maschine, wodurch der Betrieb der Spülmaschine beeinflussbar ist.
- 30
- 35

Wird festgestellt (beispielsweise durch einen einfachen Komparator), dass der Wert der mindestens einen Betriebszustandsvariablen um mehr als eine vorgegebene Toleranz von dem jeweils zugehörigen Sollwert abweicht, wird eine Lastregelungsphase gestartet. Diese Lastregelungsphase kann beispielsweise so ausgestaltet sein, dass mindestens ein die entsprechende abweichende Betriebszustandsvariable beeinflussendes Verbraucherelement r mit $r \in \{1, \dots, n\}$ mit einer von ihrem regulären Leistungslevel p_{reg} abweichenden Leistung betrieben wird.

So kann beispielsweise, wenn in einem Flüssigkeitstank eine zu niedrige Temperatur festgestellt wird, ein Heizelement, welches die Flüssigkeit in diesem Tank aufheizt, vorübergehend mit einer erhöhten Leistung, beispielsweise mit der zugehörigen maximalen Leistung p_{imax} , betrieben werden. Wie oben beschrieben, muss dabei selbstverständlich die Leistung mindestens eines weiteren Verbraucherelements herabgesetzt werden, damit die Gesamtsumme der Leistungen wiederum die maximale Gesamtleistung p_{max} nicht überschreitet. Wiederum kann diese Zuordnung von Leistungen beispielsweise dadurch erfolgen, dass ein entsprechender Satz von Leistungslevels für dieses Szenario in einer elektronischen Tabelle hinterlegt ist.

Dieser Lastregelungsbetrieb wird solange aufrechterhalten, bis die mindestens eine Betriebszustandsvariable wieder einen um nicht mehr als die vorgegebene Toleranz von ihrem Sollwert abweichenden Wert annimmt.

Ferner gehört zum Umfang der Erfindung ein Computerprogramm, das bei Ablauf auf einem Computer oder Computer-Netzwerk das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen ausführt.

Weiterhin gehört zum Umfang der Erfindung ein Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um das erfindungsgemäße Verfahren in einer seiner Ausgestaltungen durchzuführen, wenn das Programm auf einem Computer oder Computer-Netzwerk ausgeführt wird. Insbesondere können die Programmcode-Mittel auf einem computerlesbaren Datenträger gespeichert sein.

Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von bevorzugten Ausführungsbeispielen in Verbindung mit den Unteransprüchen. Hierbei können die jeweiligen Merkmale für sich alleine oder zu mehreren in

Kombination miteinander verwirklicht sein. Die Erfindung ist nicht auf die Ausführungsbeispiele beschränkt.

Die Ausführungsbeispiele sind in den Figuren schematisch dargestellt. Gleiche Bezugsziffern in den einzelnen Figuren bezeichnen dabei gleiche oder funktionsgleiche bzw. hinsichtlich ihrer Funktionen einander entsprechende Elemente. Im Einzelnen zeigt:

Figur 1 eine dem Stand der Technik entsprechende Bandtransportgeschirrspülmaschine;

Figur 2 einen Ablaufplan einer einfachen Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens;

Figur 3 eine schematische Anordnung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens mit einer Bandtransportgeschirrspülmaschine; und

Figur 4 eine schematische Anordnung zur Durchführung des beschriebenen Verfahrens mit einer Einkammerspülmaschine.

In Figur 3 ist eine bevorzugte Anordnung dargestellt, mit welcher das oben beschriebene Verfahren durchgeführt werden kann. Die Vorrichtung weist eine Durchlaufgeschirrspülmaschine, speziell eine Bandtransportgeschirrspülmaschine, analog zu der in Figur 1 dargestellten Spülmaschine 110 auf. Die dargestellten Elemente entsprechen den jeweiligen Elementen der Spülmaschine 110 in Figur 1 bzw. sind diesen in ihrer Funktion gleich. Alternativ könnten auch weitere Typen von Spülmaschinen verwendet werden. Zusätzlich weist die Anordnung in Figur 3 ein Computersystem mit einer zentralen Recheneinheit 312 und einem Datenspeicher 314 (beispielsweise ein flüchtiger oder nichtflüchtiger Speicher) auf. Das Computersystem 310 ist über Hauptsteuerleitung 316 mit der Geschirrspülmaschine 110 verbunden, so dass alle wesentlichen Funktionen der Geschirrspülmaschine über das Computersystem 310 gesteuert werden können.

Weiterhin weist die in Figur 3 dargestellte Vorrichtung eine Mehrzahl von Temperatursensoren 318 auf, welche die Temperatur in den Flüssigkeitstanks 13, 17 und 21 sowie im Luftstrom 34 des Gebläses 32 sowie an verschiedenen Stellen im Flüssigkeitssystem 28 für die Frischwasserklarspülung 28 erfassen können. Weitere Temperatursensoren sowie zusätzliche Sensoren, beispielsweise für Druck- oder Durchflussgeschwindigkeit, können an verschiedenen Stellen im System angebracht sein. Die Messdaten der Temperatursensoren

318 werden mittels einer zentralen Messdatenerfassungseinheit 320 erfasst, digitalisiert und dem Computersystem 310 zur Verfügung gestellt.

Weiterhin weist das System in diesem Ausführungsbeispiel fünf elektrische Energiequellen 5 322, 324, 326, 328 und 330 auf, welche die Heizelemente 14, 18, 22, 26 und 33 mit elektrischer Energie versorgen. Die elektrischen Energiequellen 322, 324, 326, 328 und 330 sind jeweils mit extern steuerbaren elektrischen Leistungsreglern 332, 334, 336, 338 und 340 verbunden. Diese extern steuerbaren elektrischen Leistungsreglern 332, 334, 336, 338 und 340 steuern die elektrische Leistung der elektrischen Energiequellen 322, 324, 326, 328 10 und 330 und sind ihrerseits wiederum mit dem Computersystem 310 verbunden und über dieses steuerbar.

Neben den Heizelementen 14, 18, 22, 26 und 33 sind auch die Pumpen 15, 19 und 23 mit entsprechenden Leistungsreglern versehen, welche vom Computersystem gesteuert werden 15 können. Diese Leistungsregler sind in Figur 3 zur Vereinfachung nicht dargestellt.

Das beschriebene Verfahren lässt sich mittels der in Figur 3 dargestellten Anordnung beispielsweise folgendermaßen durchführen. Die maximale Gesamtleistung p_{\max} , auf welche das gesamte System dimensioniert ist, soll in diesem Beispiel 45 kW betragen. Zunächst 20 werden den einzelnen Verbraucherelementen bestimmte Leistungslevels zugeordnet. Typischerweise werden diese Leistungslevels voreingestellt, wobei beispielsweise verschiedene elektrische Schaltungen, insbesondere in den extern steuerbaren Leistungsreglern 332, 334, 336, 338 und 340 sowie in den nicht dargestellten Leistungsreglern der Pumpen 15, 19 und 23 eingesetzt werden können. Gesteuert durch das Computersystem 310 kann zwischen 25 diesen einzelnen elektrischen Schaltungen umgeschaltet werden, wodurch die jeweiligen zugehörigen Verbraucher 14, 18, 22, 26, 33, 15, 19 und 23 mit unterschiedlichen Leistungslevels beaufschlagt werden können.

In Tabelle 2 ist exemplarisch eine derartige Zuordnung von diskreten Leistungslevels an 30 die einzelnen Verbraucherelemente dargestellt. In der ersten Spalte ist dabei jeweils das Verbraucherelement mit zugehörigem Bezugszeichen bezeichnet. In der zweiten Spalte sind die jeweiligen diskreten Leistungslevel aufgeführt. Alle Leistungen sind in Kilowatt angegeben. Dabei haben in diesem einfachen Beispiel die Heizungselemente 14, 18, 22 und 26 jeweils drei Leistungslevel, nämlich p_{\max} , p_{reg} und p_{\min} . Die Pumpen 15, 19 und 23 haben in diesem Beispiel nur zwei Leistungslevel, nämlich $p_{\max} = p_{\text{reg}}$ und p_{\min} . Das 35 kleinste Leistungslevel p_{\min} ist bei allen aufgelisteten Verbrauchern in diesem Beispiel auf den Wert Null gesetzt.

In der dritten, der vierten und der fünften Spalte sind Beispiele für Leistungslevel's in verschiedenen Betriebsphasen dargestellt, nämlich in der Startphase (dritte Spalte), der Einschaltphase (vierte Spalte) und der Lastregelungsphase. In der vierten Spalte sind typische
5 Zahlenwerte dieses Beispiels nach einem herkömmlichen Steuerungsverfahren für die in Figur 3 dargestellte Spülmaschine 110 dargestellt.

In der Startphase, also unmittelbar nach Inbetriebnahme der Spülmaschine 110, müssen zunächst die Wassertanks 13, 17 und 21 auf die erforderliche Betriebstemperatur gebracht
10 werden, bevor der Spülbetrieb der Maschine aufgenommen werden kann. Den Heizelementen 14, 18 und 22 wird somit in dieser Startphase die maximale Leistung zugeteilt. Die Heizung 26 für den Durchlauferhitzer, die Trocknungsheizung 33 und die Pumpen 15, 19, 23 hingegen werden in dieser Startphase noch nicht benötigt und daher auf minimale Leistung, also in diesem Fall auf Leistung Null, gesetzt. Insgesamt errechnet sich als Gesamt-
15 leistung für alle Verbraucher eine Leistung von 45 kW in dieser Startphase, was also genau dem vorgegebenen Maximalwert p_{\max} entspricht. Alternativ könnte die Summe der Einzelleistungen auch kleiner sein als p_{\max} , jedoch in keinem Fall größer.

Sobald das Signal der Temperatursensoren 318 anzeigt, dass in den Tanks 13, 17 und 21
20 jeweils die vorgegebene und beispielsweise im Datenspeicher 314 des Computersystems 310 abgelegten Solltemperaturen erreicht sind, wird vom Computersystem 310 die Einschaltphase eingeleitet. Auch verschiedene Zwischenphasen, in denen beispielsweise die Temperatur in einzelnen Tanks bereits den Sollwert erreicht hat, in anderen jedoch noch nicht, sind denkbar.

25 In der Einschaltphase werden dann zunächst alle Verbraucher mit ihren regulären Leistungswerten p_{ireg} beaufschlagt. Wie sich wiederum aus der untersten Zeile der Tabelle 2 ergibt, beträgt die Summe dieser p_{ireg} regulären Leistungen auch in diesem Fall 45 kW. Wiederum könnte alternativ die Summe der Einzelleistungen auch kleiner sein als p_{\max} ,
30 jedoch in keinem Fall größer. In der Einschaltphase kann dann der Spülvorgang in der Spülmaschine durchgeführt werden, die Maschine ist betriebsbereit.

Stellt das Computersystem in der Einschaltphase fest, dass einer oder mehrere der erfassten Sensorwerte, beispielsweise die Messwerte einzelner Temperatursensoren 318, vorgegebene
35 (und beispielsweise wiederum im Datenspeicher 314 hinterlegte) Sollwerte um mehr als jeweils ebenfalls hinterlegte Toleranzwerte über- oder unterschreitet, so schaltet das Computersystem 310 in eine Lastregelphase um. Je nach Art der Abweichung können bei-

spielsweise im Datenspeicher 314 in einer oder mehreren Lookup-Tables entsprechende Handlungsanweisungen in Form von Leistungslevels für entsprechende Verbraucher hinterlegt sein.

- 5 So ist als einfaches Beispiel in der fünften Spalte in Tabelle 2 ein Fall dargestellt, wie zum Beispiel auf eine erhöhte Temperatur im Vorreinigungstank 13 und eine gegenüber dem zugehörigen Sollwert zu niedrige Temperatur im Hauptreinigungstank 17 reagiert werden könnte. Die Leistung des Heizelements 14 wird entsprechend vom regulären Wert 9 kW auf den Minimalwert 0 kW gesetzt, wohingegen die Leistung des Heizelements 18 vom
10 regulären Wert 6 kW auf den Maximalwert 15 kW erhöht wird. Wie sich auch aus der letzten Zeile der Tabelle 2 ergibt, liegt die Gesamtsumme der in diesem Fall beaufschlagten Leistungen bei 43 kW, also leicht unterhalb des zulässigen Maximalwertes von 45 kW. Es ließe sich jedoch in diesem Fall keine Leistung eines Verbraucherelements auf ein höheres Leistungslevel setzen, ohne dass die zulässige maximale Gesamtleistung p_{\max} überschritten
15 würde. Auch in diesem Fall ist also der zur Verfügung stehende Leistungsbereich optimal ausgenutzt.

- Sobald das Computersystem 310 feststellt, dass wieder die vorgegebenen Sollwerte (bis auf entsprechende tolerierbare Abweichungen) erreicht sind, wird wieder umgeschaltet auf
20 den regulären Einschaltbetrieb. Werden wieder Abweichungen festgestellt, so wird der beschriebene Vorgang der Lastregelung entsprechend wiederholt.

- In der letzten Spalte der Tabelle 2 sind zum Vergleich noch einmal entsprechende Leistungslevel herkömmlicher Systeme verzeichnet, bei denen nur jeweils ein bestimmter
25 Verbraucher eingeschaltet oder ausgeschaltet werden kann. Es zeigt sich, dass hier im ungünstigsten Fall eine Gesamtleistung von 78 kW auftreten kann, auf welche das System dimensioniert werden muss.

- Analog zu dem in Figur 3 dargestellten Beispiel einer Mehrkammerspülmaschine lässt sich
30 das Verfahren auch auf Einkammerspülmaschinen oder weitere Spülmaschinentypen übertragen. Eine entsprechende Anordnung ist in Figur 4 dargestellt.

- Die Anordnung weist eine Einkammerspülmaschine 410 auf, wobei es sich beispielsweise um eine frontbeschickte Einkammerspülmaschine oder eine Durchschubmaschine handeln
35 kann. In der Einkammerspülmaschine 410 ist ein Korb 412 gehalten zur Aufnahme von Spülgut 414. Weiterhin weist die Spülmaschine 410 einen Tank 416 für Spüllauge auf, welcher über ein Heizelement 418 beheizt werden kann. Aus diesem Tank für Spüllauge

416 kann Spülflüssigkeit mittels einer Umwälzpumpe 420 über ein Spülsystem für Spüllaugung 422, welches mit einer Mehrzahl von Düsen 424 versehen ist, auf das Spülgut 414 aufgebracht werden.

- 5 Weiterhin weist die Spülmaschine 410 einen Frischwassertank 426 auf, welcher als Boiler ausgestaltet ist. Der Frischwassertank 426 kann über ein Füllventil 428 mit Frischwasser 430 befüllt werden. Weiterhin weist der Frischwassertank ein Heizelement 432 auf, mittels dessen das Frischwasser 430 für eine Klarspülung bei erhöhten Temperaturen erhitzt werden kann. Die Befüllung des Frischwassertanks 426 mit Frischwasser 430 erfolgt dabei
10 immer bis zum Bedeckungsniveau 434 des Heizelementes 432. Um beim Erhitzen einen Überdruck im Frischwassertank 426 zu vermeiden, ist der Frischwassertank 426 über eine Entlüftungsleitung 436 mit dem Innenraum der Spülmaschine 410 verbunden.

- Zum Klarspülen des Spülgutes 414 mit kaltem oder auch mit erhitztem Frischwasser 430
15 wird mittels einer Frischwasserpumpe 438 Frischwasser 430 an der Ansaugstelle 438 aus dem Frischwassertank 426 angesaugt und über ein Spülsystem für Frischwasser 440 und eine Mehrzahl von Düsen für die Klarspülung 442 dem Spülgut 414 zugeführt.

- Analog zu dem in Figur 3 dargestellten Beispiel weist auch die Anordnung in Figur 4 wiederum ein Computersystem 310 mit einer zentralen Recheneinheit 312 und einem Datenspeicher 314 auf. Das Computersystem ist über eine Hauptsteuerleitung 316 mit der Spülmaschine 410 verbunden, so dass alle wesentlichen Funktionen der Spülmaschine 410 über
20 das Computersystem 310 gesteuert werden können. Weiterhin weist die Anordnung zwei elektrische Energieversorgungen 444, 446 für die Pumpen 420 und 438 sowie elektrische Energieversorgungen 448 und 450 für die Heizelemente 418 und 432 auf. Die elektrischen Energieversorgungen 444, 446, 448, 450 entsprechen in ihrer Funktion den Energieversorgungen 322, 324, 326, 328, 330 in Figur 3. Die Leistung der elektrischen Energieversorgungen 444, 446, 448, 450 lässt sich wiederum einstellen mittels extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler 452, 454, 456, 458, welche wiederum durch das Computersystem
25 310 ansteuerbar sind.
30

Weiterhin weisen die Tanks 416 und 430 jeweils Temperatursensoren 318 auf, deren Signale mittels einer vom Computersystem 310 auslesbaren Messdatenerfassungseinheit 320 erfasst werden können.

35

Analog zu der Beschreibung anhand Figur 3 lässt sich das erfindungsgemäße Verfahren auch mit der in Figur 4 dargestellten Anordnung umsetzen. Wiederum erfolgt eine Zuwei-

sung mehrerer Leistungslevels an die elektrischen Verbraucherelemente 418, 420, 432 und 438. Wie oben beschrieben, können auch hier diese Leistungslevels bereits in Form elektrischer Schaltungen, beispielsweise in den Leistungsstellern 452, 454, 456 und 458 fest vorgegeben sein, zwischen denen lediglich umgeschaltet werden muss, um die Verbraucherelemente 418, 420, 432 und 438 mit den entsprechenden Leistungen zu beaufschlagen.

In der Startphase der Spülmaschine 410 muss zunächst die Spülflüssigkeit im Tank für die Spüllauge 416 auf Betriebstemperatur aufgeheizt werden. Diese Spüllauge wird im Betrieb zuerst benötigt, gefolgt vom Frischwasser 430. Daher wird, analog zu dem oben beschriebenen Verfahren, zunächst wiederum das Heizelement 418 mit einer dem maximalen Leistungslevel entsprechenden elektrischen Leistung beaufschlagt, wohingegen die anderen Verbraucherelemente 420, 432 und 438 mit geringeren Leistungen beaufschlagt werden. So können beispielsweise die Pumpen 420, 438 in dieser Startphase vollständig abgeschaltet sein, also mit der Leistung Null beaufschlagt werden. Da auch das Frischwasser 430 im Betrieb bei einer erhöhten Temperatur benötigt wird, ist es jedoch sinnvoll, das Leistungslevel des Heizelementes 432 nicht vollständig auf Null zu setzen, so dass auch das Frischwasser 430 im Frischwassertank 426 langsam aufgeheizt wird, um später im Klarspülbetrieb zur Verfügung zu stehen.

Sobald der Temperatursensor 318 und die Messdatenerfassungseinheit 320 melden, dass die Temperatur im Spüllaugetank 416 die gewünschte Temperatur erreicht hat, wird vom Computersystem 310 die Einschaltphase gestartet, und die Spülmaschine 410 ist betriebsbereit. Die Verbraucherelemente 418, 420, 432 und 438 werden dann mit ihren regulären Leistungen beaufschlagt. Entsprechend können auch die weiteren Betriebsphasen, die bereits oben beschrieben wurden, im erfindungsgemäßen energiesparenden Verfahren durchgeführt. Es ist dabei anzumerken, dass die regulären Leistungen für die einzelnen Verbraucherelemente 418, 420, 432 und 438 in verschiedenen Betriebsphasen der Spülmaschine 410 unterschiedlich gewählt werden können. So kann beispielsweise die reguläre Leistung der Frischwasserpumpe 438 im der Phase der Reinigung des Spülgutes 414 mit Spüllauge aus dem Tank 416 auf Null gesetzt werden, da in dieser Phase keine Beaufschlagung des Spülgutes 414 mit Frischwasser 430 erfolgt. Entsprechend wird dann die reguläre Leistung dieser Pumpe 438 im Klarspülbetrieb heraufgesetzt. Alternativ kann das reguläre Leistungslevel dieser Pumpe jedoch auch konstant gehalten werden.

So kann das Verfahren auf einfache Weise an die verschiedenen Betriebsphasen der Einkammerspülmaschine 410 angepasst werden. Auch eine Lastregelung bei Abweichung

einzelner Betriebsparameter von ihrem jeweiligen Sollwert im Betrieb kann entsprechend dem oben dargestellten erfindungsgemäßen Verfahren erfolgen.

Tabelle 1: typische elektrische Leistungen der Verbraucher einer dem Stand der Technik entsprechenden Spülmaschine im Normalbetrieb:

Heizung für Vorreinigung 14	12 kW
Heizung für Hauptreinigung 18	9 kW
Heizung für Pumpenklarspülung 22	3 kW
Heizung für Durchlauferhitzer 26	8 kW
Heizung für Trocknung 33	9 kW
Pumpen 15, 19, 23	je 2 kW = 6 kW
Gesamtleistung	47 kW

Tabelle 2: Beispiele von Leistungsbeurteilung einzelner Verbraucher nach dem beschriebenen Verfahren im Vergleich zum Stand der Technik:

	P _{imax} , P _{ireg} , P _{imin}	Startphase	Einschaltphase	Lastregelungs- phase (Beispiel)	Stand der Technik
Heizung für Vorreinigung (14)	24 9 0	24	9	0	24
Heizung für Hauptreinigung (18)	15 6 0	15	6	15	15
Heizung für Pumpenklarspülung (22)	6 2 0	6	2	6	6
Heizung für Durchlauferhitzer (26)	18 16 0	0	16	16	18
Heizung für Trocknung (33)	9 6 0	0	6	0	9
Pumpen (15, 19, 23)	6 6 0	0	6	6	6
Summe		45 kW	45 kW	43 kW	78 kW

Bezugszeichenliste

1	Einlaufzone
2	Vorreinigungszone
5 3	Hauptreinigungszone
4	Pumpenklarspülungszone
5	Frischwasserklarspülungszone
6	Wärmerückgewinnungszone
7	Trockenzone
10 8	Auslaufzone
9	Spülgut
10	Transporteinrichtung Spülgut
11	Transporteinrichtung, z. B. Endlosband
12	Einlaufwanne
15 13	Tank für Reinigerlösung
14	Heizung für Vorreinigung
15	Pumpe für Vorreinigung
16	Spritzsystem für Vorreinigung
17	Tank für Reinigerlösung für Hauptreinigung
20 18	Heizung für Hauptreinigung
19	Pumpe für Hauptreinigung
20	Spritzsystem für Hauptreinigung
21	Tank für Lösung Pumpenklarspülzone
22	Heizung für Pumpenklarspülzone
25 23	Pumpe für Pumpenklarspülzone
24	Spritzsystem für Pumpenklarspülzone
25	Durchlauferhitzer für Frischwasserklarspülung
26	Heizung Durchlauferhitzer für Frischwasser
27	Netzanschluss für Frischwasser
30 28	Spritzsystem für Frischwasserklarspülung
29	Wärmetauscher Abluft/Frischwasser
30	Abluftgebläse
31	Richtung der Luftströmung
32	Gebläse der Trockenzone
35 33	Heizung der Trockenzone
34	Richtung der Luftströmung
35	Auslaufwanne für die Abnahme des Spülgutes

- 110 Mehrkammerspülmaschine
- 210 Zuweisung einer elektrischen Gesamtleistung p_{\max}
- 220 Zuweisung von Leistungslevels p_{ij}
- 5 230 Bestimmung einer optimalen Kombination von Leistungslevels p_{ij}
- 240 Einstellung der Leistung $p_{ij}(B)$ jedes Verbraucherelements
- 310 Computersystem
- 312 zentrale Recheneinheit, CPU
- 10 314 Datenspeicher
- 316 Hauptsteuerleitung
- 318 Temperatursensoren
- 320 Messdatenerfassungseinheit
- 322 elektrische Energieversorgung
- 15 324 elektrische Energieversorgung
- 326 elektrische Energieversorgung
- 328 elektrische Energieversorgung
- 330 elektrische Energieversorgung
- 332 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 20 334 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 336 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 338 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 340 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 25 410 Einkammerspülmaschine
- 412 Korb
- 414 Spülgut
- 416 Tank für Spüllauge
- 418 Heizelement für Spüllauge
- 30 420 Umwälzpumpe
- 422 Spülsystem für Spüllauge
- 424 Düsen für Spüllauge
- 426 Frischwassertank-Boiler
- 428 Füllventil
- 35 430 Frischwasser
- 432 Heizelement für Frischwassertank
- 434 Bedeckungsniveau

- 436 Entlüftungsleitung
- 438 Ansaugstelle
- 440 Spülsystem für Frischwasser
- 442 Düsen für die Klarspülung
- 5 444 elektrische Energieversorgung
- 446 elektrische Energieversorgung
- 448 elektrische Energieversorgung
- 450 elektrische Energieversorgung
- 452 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 10 454 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 456 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler
- 458 extern steuerbarer elektrischer Leistungsregler

Patentansprüche

1. Verfahren zum energiesparenden Betrieb einer Spülmaschine (110; 410), insbesondere zum Spülen von Geschirr (9; 414) oder medizinischen Geräten, wobei die Spülmaschine (110; 410) eine Gesamtanzahl $N \geq 2$ von elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) aufweist, mit folgenden Schritten:
 - a) einer Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) wird eine maximale elektrische Gesamtleistung p_{\max} zugewiesen;
 - b) jedem elektrischen Verbraucherelement i der Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) wird eine endliche Anzahl m_i diskreter elektrischer Leistungslevel p_{ij} zugewiesen mit $m_i \geq 2$,
 - wobei für jedes i ein maximaler Leistungslevel $p_{i\max}$ existiert mit $p_{ij} \leq p_{i\max}$,
 - wobei die Summe aller maximalen Leistungslevel $p_{i\max}$ eine ungünstigste Gesamtleistung $p_{\text{worst}} = \sum_{i=1}^n p_{i\max}$ bildet mit $p_{\max} < p_{\text{worst}}$, und
 - wobei für jedes i ein regulärer Leistungslevel $p_{i\text{reg}}$ existiert, wobei $0 < p_{i\text{reg}} < p_{i\max}$ für alle i, j und wobei $\sum_{i=1}^n p_{i\text{reg}} = p_{\max}$;
 - c) in einem Bedarfsermittlungsschritt wird, abhängig von einem Betriebszustand B der Spülmaschine (110; 410), eine optimale Kombination von Leistungslevels $p_{ij}(B)$ gewählt,
 - wobei für jedes i das gewählte Leistungslevel $p_{ij}(B)$ dem Leistungsbedarf des Verbraucherelements i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) im Betriebszustand B angepasst ist, und
 - wobei gilt: $\sum_{i=1}^n p_{ij}(B) \leq p_{\max}$, für alle Betriebszustände B ; und
 - d) die elektrische Leistung jedes Verbrauchers i der Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) wird auf das Leistungslevel $p_{ij}(B)$ eingestellt.
2. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass für jeden elektrischen Verbraucher i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) ein Leistungslevel p_{ik} existiert mit $0 < k \leq m_i$ und mit $p_{ik} = 0$.
3. Verfahren nach einem der beiden vorhergehenden Schritte, dadurch gekennzeichnet, dass $m_i = 3$ für alle i .

4. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zusätzlich folgende Verfahrensschritte durchgeführt werden:
- e) die Spülmaschine (110; 410) wird gestartet, wodurch eine Startphase beginnt;
 - 5 f) mindestens eine Temperatur mindestens einer Spülflüssigkeit, insbesondere eine Temperatur von Wasser in mindestens einem Wassertank (13, 17, 21; 416, 426) und/oder Wasserkreislauf, wird erfasst;
 - g) die mindestens eine Spülflüssigkeit wird aufgeheizt,
 - wobei mindestens ein die Spülflüssigkeit aufheizendes Heizelement (14, 18, 22, 26; 418, 432), welches das Verbraucherelement l mit $l \in \{1, \dots, n\}$ bildet, mit dem diesem Heizelement (14, 18, 22, 26; 418, 432) zugeordneten maximalen Leistungslevel p_{lmax} betrieben wird, und
 - wobei mindestens ein von dem Heizelement (14, 18, 22, 26; 418, 432) verschiedenes Verbraucherelement q (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) mit $q \in \{1, \dots, n\}$ und $q \neq l$ mit einer niedrigeren Leistung als dem diesem Verbraucherelement q (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) zugeordneten regulären Leistungslevel p_{qreg} betrieben wird; und
 - 10 h) sobald die mindestens eine Temperatur der mindestens einen Spülflüssigkeit einen vorgegebenen Sollwert erreicht oder überschritten hat, wird eine Einschaltphase gestartet,
 - 20 - wobei die Leistung aller Verbraucherelemente i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) auf die jeweils zugeordneten regulären Leistungslevel p_{ireg} gesetzt wird.
- 25 5. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch mit zusätzlich folgendem Schritt:
- i) mindestens eine Betriebszustandsvariable wird erfasst;
 - j) mindestens einer Betriebszustandsvariablen wird ein Sollwert zugeordnet; und
 - k) sobald der Wert der mindestens einen Betriebszustandsvariablen um mehr als eine vorgegebene Toleranz von dem jeweils zugehörigen Sollwert abweicht, wird eine
 - 30 Lastregelungsphase gestartet.
6. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass in der Lastregelungsphase mindestens ein die mindestens eine Betriebszustandsvariable, welche um mehr als die vorgegebene Toleranz von ihrem Sollwert abweicht, beeinflussendes Verbraucherelement r (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) mit $r \in \{1, \dots, n\}$ mit einer von ihrem regulären Leistungslevel p_{rreg} abweichenden Leistung betrieben wird, solange, bis die mindestens eine Betriebszustandsvariable
- 35

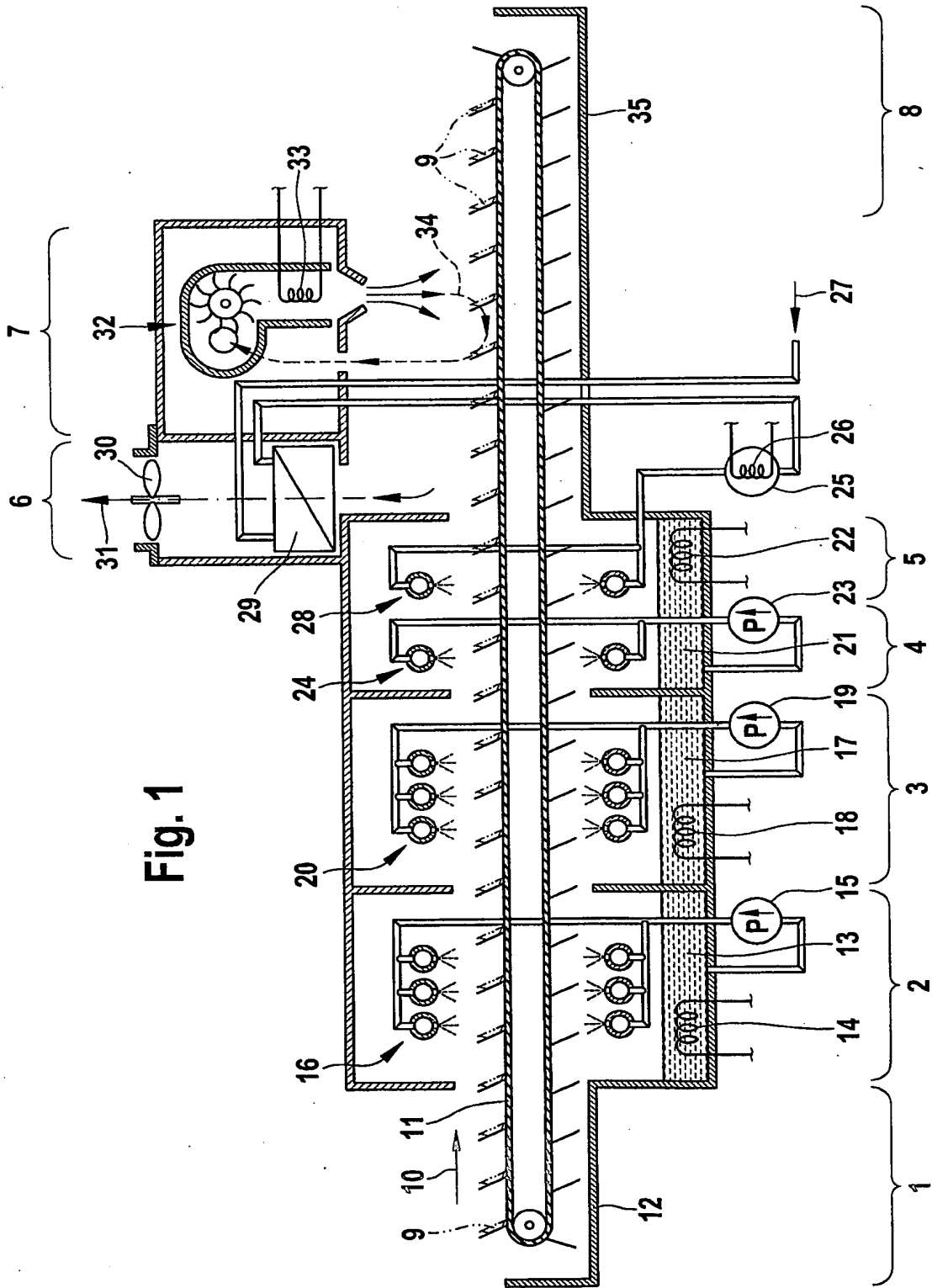
wieder einen um nicht mehr als die vorgegebene Toleranz von ihrem Sollwert abweichenden Wert annimmt.

- 5 7. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass in Verfahrensschritt c) jedem Verbraucherelement (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) eine Priorität zugeordnet wird und dass die Bestimmung der optimalen Kombination der Leistungslevels $p_{ij}(B)$ unter Berücksichtigung der Prioritäten der Verbraucherelemente (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) erfolgt.
10
8. Verfahren nach dem vorhergehenden Anspruch, dadurch gekennzeichnet, dass Spülflüssigkeit, insbesondere Wasser in mindestens einem Wassertank (13, 17, 21; 416, 426) und/oder Wasserkreislauf, aufheizenden Heizelementen (14, 18, 22; 418, 432) eine höhere Priorität zugeordnet wird als sonstigen Verbrauchern.
15
9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass alle Betriebszustände B charakterisiert sind durch eine Betriebsphasenvariable F und/oder eine Mehrzahl von Betriebszustandsvariablen,
20
 - wobei die Betriebsphasenvariable F mindestens drei diskrete Werte F_1 , F_2 , F_3 annehmen kann,
 - wobei F_1 eine Startphase des Betriebes der Spülmaschine (110; 410) bezeichnet,
 - wobei F_2 eine Einschaltphase des Betriebes der Spülmaschine (110; 410) bezeichnet, und
 - wobei F_3 eine Lastregelungsphase des Betriebes der Spülmaschine (110; 410) bezeichnet.
25
10. Vorrichtung zum energiesparenden Betrieb einer Spülmaschine (110; 410), insbesondere zum Spülen von Geschirr (9; 414) oder medizinischen Geräten, wobei die Spülmaschine (110; 410) eine Gesamtanzahl $N \geq 2$ von elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) aufweist, mit:
30
 - a) Mitteln (310) zum Zuweisen einer maximalen elektrischen Gesamtleistung p_{\max} an eine Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438);
 - b) Mitteln (310, 332, 334, 336, 338, 340; 452, 454, 456, 458) zum Zuweisen einer endlichen Anzahl m_i diskreter elektrischer Leistungslevel p_{ij} an jedes elektrische Verbraucherelement i der Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438),
35

- wobei für jedes i ein maximaler Leistungslevel p_{imax} existiert mit $p_{ij} \leq p_{imax}$,
 - wobei die Summe aller maximalen Leistungslevel p_{imax} eine ungünstigste Gesamtleistung $p_{worst} = \sum_{i=1}^n p_{imax}$ bildet mit $p_{max} < p_{worst}$, und
 - wobei für jedes i ein regulärer Leistungslevel p_{ireg} existiert, wobei $0 < p_{ireg} < p_{imax}$ für alle i, j und wobei $\sum_{i=1}^n p_{ireg} = p_{max}$;
- 5
- c) Mitteln (310) zum Auswählen einer optimalen Kombination von Leistungslevels $p_{ij}(B)$, abhängig von einem Betriebszustand B der Spülmaschine (110; 410),
- wobei für jedes i das gewählte Leistungslevel $p_{ij}(B)$ dem Leistungsbedarf des Verbraucherelements i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) im Betriebszustand B angepasst ist, und
 - wobei gilt: $\sum_{i=1}^n p_{ij}(B) \leq p_{max}$, für alle Betriebszustände B ; und
- 10
- d) Mitteln (310, 322, 324, 326, 328, 330, 332, 334, 336, 338, 340; 444, 446, 448, 450, 452, 454, 456, 458) zum Einstellen der elektrischen Leistung jedes Verbrauchers i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) der Gruppe von n elektrischen Verbraucherelementen (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) auf das jeweilige Leistungslevel $p_{ij}(B)$.
- 15
11. Vorrichtung gemäß dem vorhergehenden Anspruch mit zusätzlich:
- e) Mitteln (310) zum Starten der Spülmaschine (110; 410), wodurch eine Startphase gestartet wird;
 - f) Mitteln (318, 320) zum Erfassen mindestens einer Temperatur mindestens einer Spülflüssigkeit, insbesondere eine Temperatur von Wasser in mindestens einem Wassertank (13, 17, 21; 416, 430) und/oder Wasserkreislauf;
 - g) mindestens einem die mindestens eine Spülflüssigkeit aufheizenden Heizelement (14, 18, 22, 26; 418, 432), welches das Verbraucherelement l (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) mit $l \in \{1, \dots, n\}$ bildet, sowie Mitteln (322, 324, 326, 328; 448, 450) zum Betreiben des mindestens einen Heizelements (14, 18, 22, 26; 418, 432) mit dem diesem Heizelement zugeordneten maximalen Leistungslevel p_{lmax} , sowie Mitteln (322, 324, 326, 328, 330; 444, 446, 448, 450) zum Betreiben mindestens eines von dem mindestens einen Heizelement verschiedenen Verbraucherelements q (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) mit $q \in \{1, \dots, n\}$ und $q \neq l$ mit einer niedrigeren Leistung als dem diesem Verbraucherelement q (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) zugeordneten regulären Leistungslevel p_{qreg} ; und
- 20
- 25
- 30

- h) Mitteln (310) zum Starten einer Einschaltphase, sobald die mindestens eine Temperatur der mindestens einen Spülflüssigkeit einen vorgegebenen Sollwert erreicht oder überschritten hat,
- wobei die Leistung aller Verbraucherelemente i (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) auf die jeweils zugeordneten regulären Leistungslevel $p_{i\text{reg}}$ gesetzt wird.
- 5
12. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch mit zusätzlich:
- i) Mitteln (318) zum Erfassen mindestens einer Betriebszustandsvariablen;
- 10 l) Mitteln (310) zum Zuweisen je eines Sollwertes an mindestens eine Betriebszustandsvariable; und
- m) Mitteln (310) zum Starten einer Lastregelungsphase, sobald der Wert der mindestens einen Betriebszustandsvariablen um mehr als eine vorgegebene Toleranz von dem jeweils zugehörigen Sollwert abweicht.
- 15
13. Vorrichtung nach dem vorhergehenden Anspruch mit zusätzlich Mitteln (322, 324, 326, 328, 330; 444, 446, 448, 450) zum Betreiben mindestens eines die mindestens eine Betriebszustandsvariable, welche um mehr als die vorgegebene Toleranz von ihrem Sollwert abweicht, beeinflussenden Verbraucherelements r (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) mit $r \in \{1, \dots, n\}$ mit einer von ihrem regulären Leistungslevel $p_{r\text{reg}}$ abweichenden Leistung in der Lastregelungsphase, solange, bis die mindestens eine Betriebszustandsvariable wieder einen um nicht mehr als die vorgegebene Toleranz von ihrem Sollwert abweichenden Wert annimmt.
- 20
- 25 14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel c) (310) zum Auswählen einer optimalen Kombination von Leistungslevels $p_{ij}(B)$, abhängig von einem Betriebszustand B der Spülmaschine (110; 410), Mittel (310) zum Zuordnen einer Priorität an jedes Verbraucherelement (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) aufweisen, wobei die Bestimmung der optimalen Kombination der Leistungslevels $p_{ij}(B)$ unter Berücksichtigung der Prioritäten der Verbraucherelemente (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) erfolgt.
- 30
15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die die Spülmaschine eine Mehrtankspülmaschine (110) ist.
- 35

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Vorrichtungsansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Mittel b) (310, 332, 334, 336, 338, 340; 452, 454, 456, 458) zum Zuweisen einer endlichen Anzahl m_i diskreter elektrischer Leistungslevel p_{ij} an jedes elektrische Verbraucherelement (14, 15, 18, 19, 22, 23, 26, 33; 418, 420, 432, 438) und/oder die Mittel c) (310) zum Auswählen einer optimalen Kombination von Leistungslevels $p_{ij}(B)$, abhängig von einem Betriebszustand B der Spülmaschine (110; 410), eine Lookup-Table (314) und/oder eine elektronische Tabelle aufweisen.
17. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln, um ein Verfahren gemäß einem der vorhergehenden Verfahrensansprüche durchzuführen, wenn das Computerprogramm auf einem Computer (310) oder Computer-Netzwerk ausgeführt wird.
18. Computerprogramm mit Programmcode-Mitteln gemäß dem vorhergehenden Anspruch, die auf einem computerlesbaren Datenträger (314) gespeichert sind.



2 / 4

Fig. 2

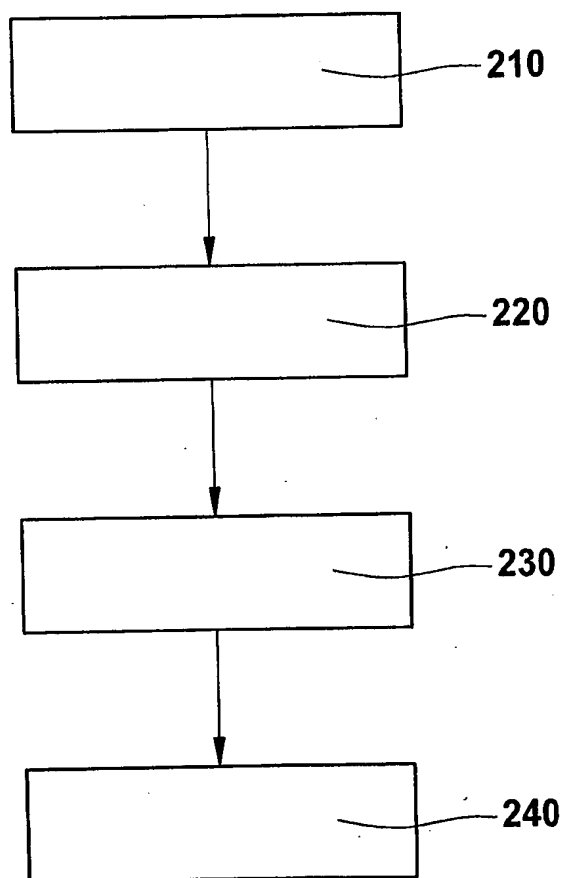
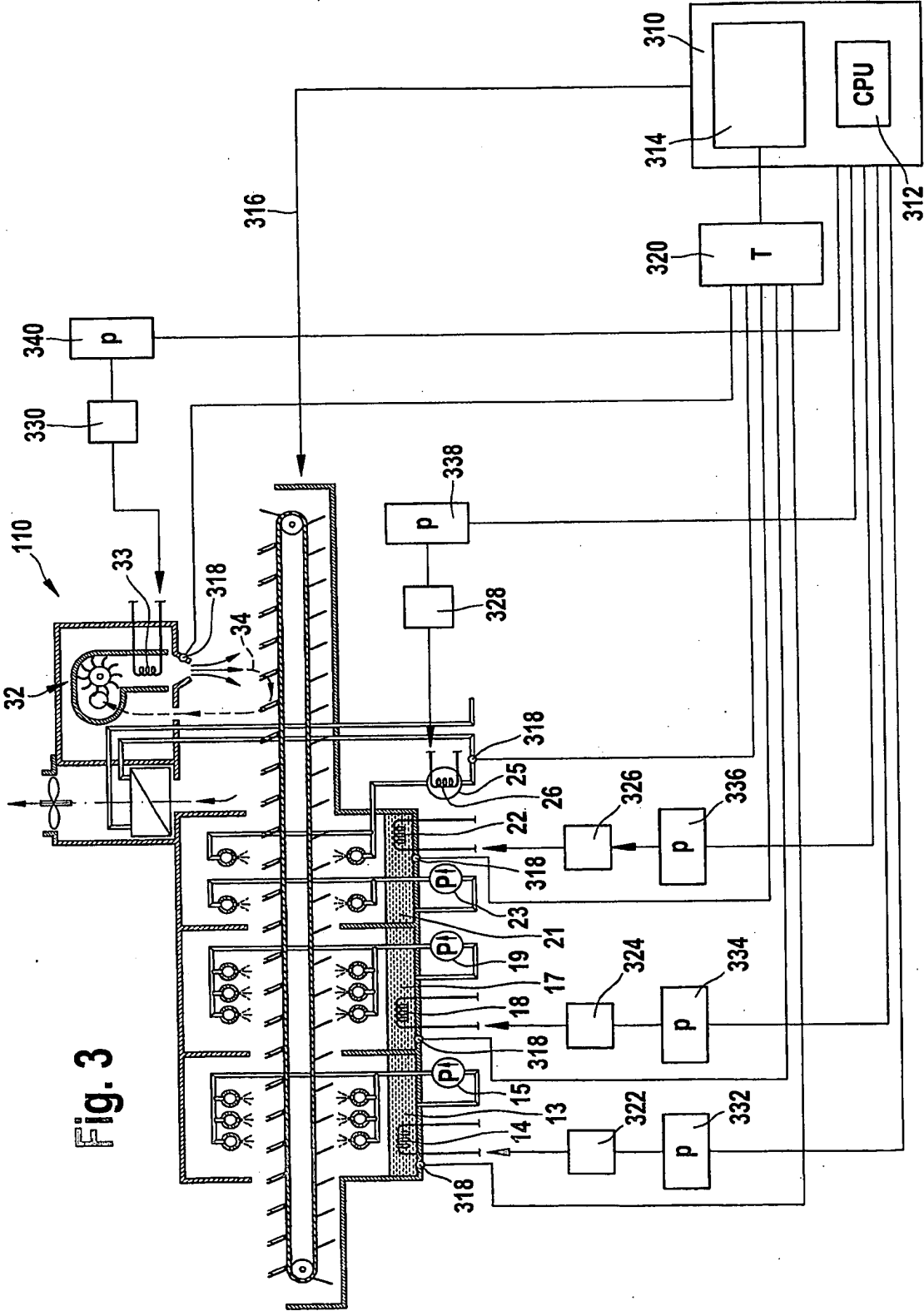


Fig. 3



4 / 4

